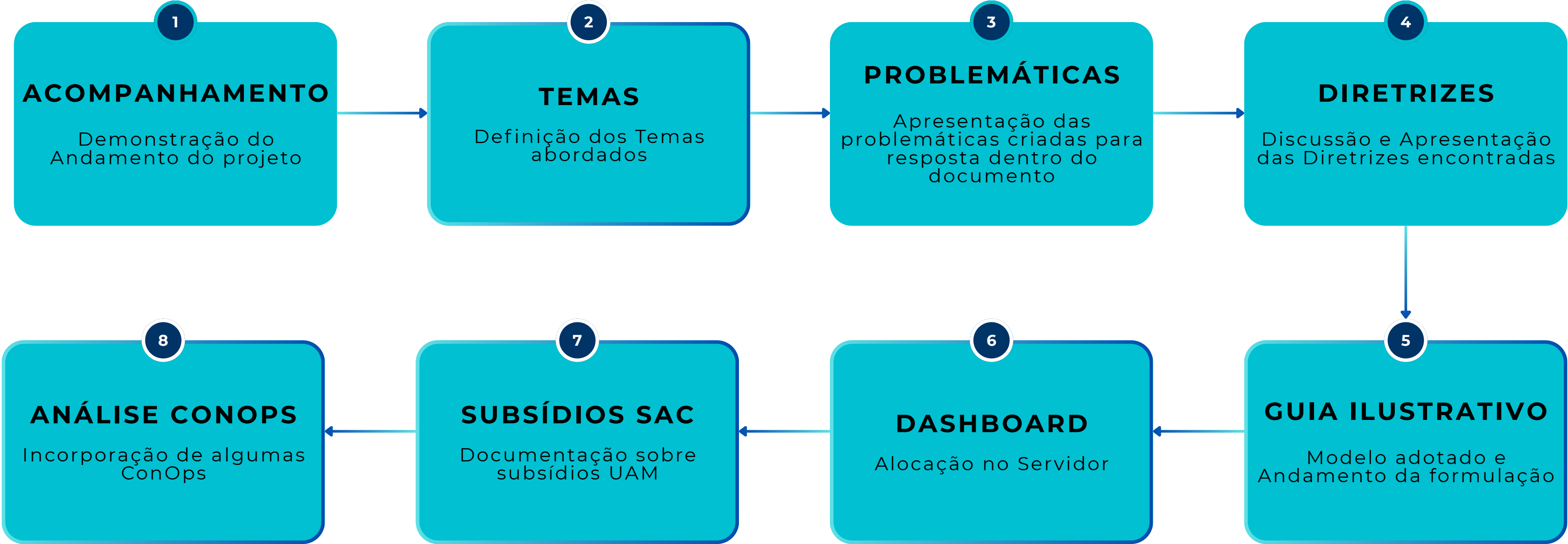


SOLUÇÕES PARA A INTEGRAÇÃO E GESTÃO DA MOBILIDADE AÉREA



04/ 02 / 2026

Objetivos da Apresentação



Última reunião

1. Desenvolvimento do **Cap. 2** com foco nos **Temas** encontrados na literatura;
2. Desenvolvimento do **Cap. 3** com foco na definição das **Questões técnicas** envolvendo UAM;
3. Desenvolvimento do **Cap. 4 - Diretrizes e Matriz de Diretrizes**
4. Desenvolvimento do **Dashboard do PII**
5. **Guia Ilustrativo**

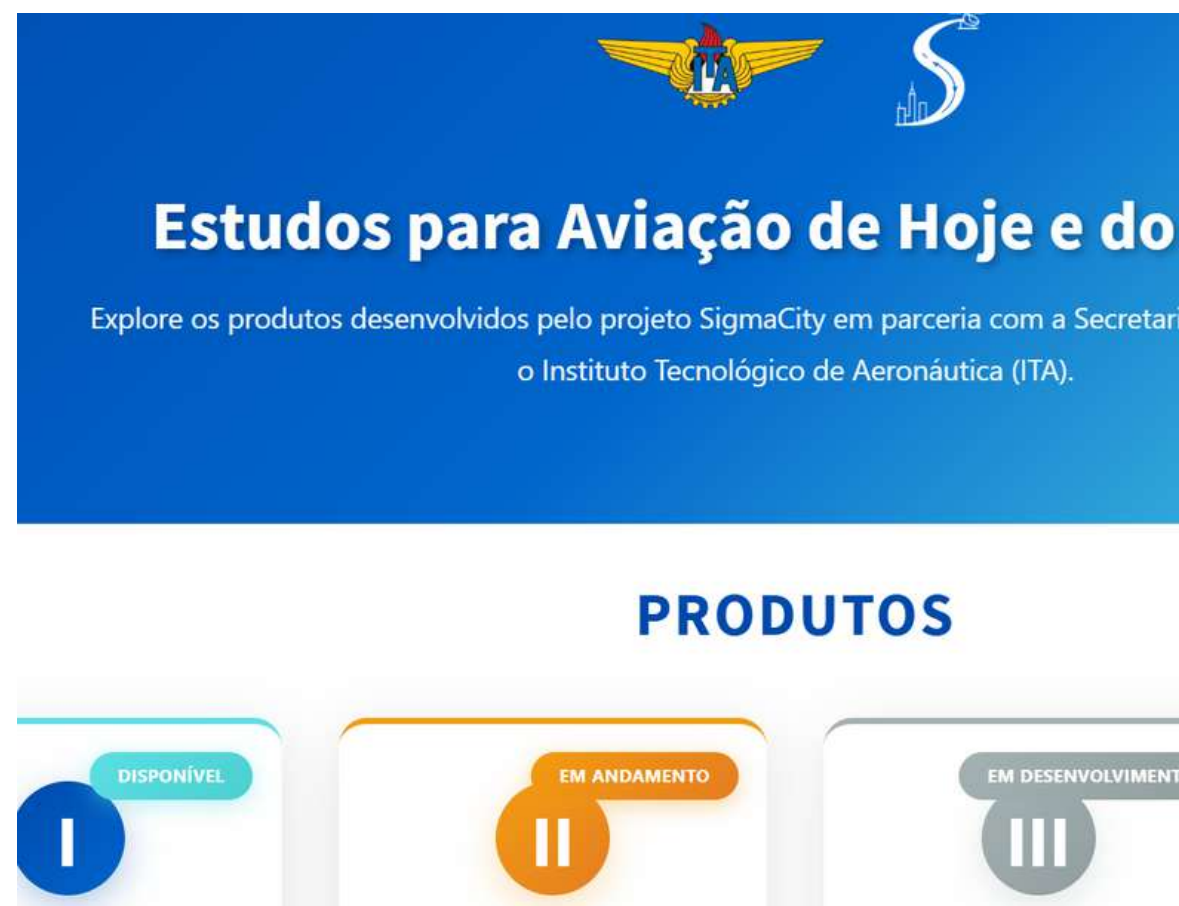
Demandas pedidas

1. Análise documentação Internacional subsídios UAM
2. Análise ConOps

1

ACOMPANHAMENTO

Demonstração de Conteúdo e
Andamento



1

Demonstração de Conteúdo Andamento



1

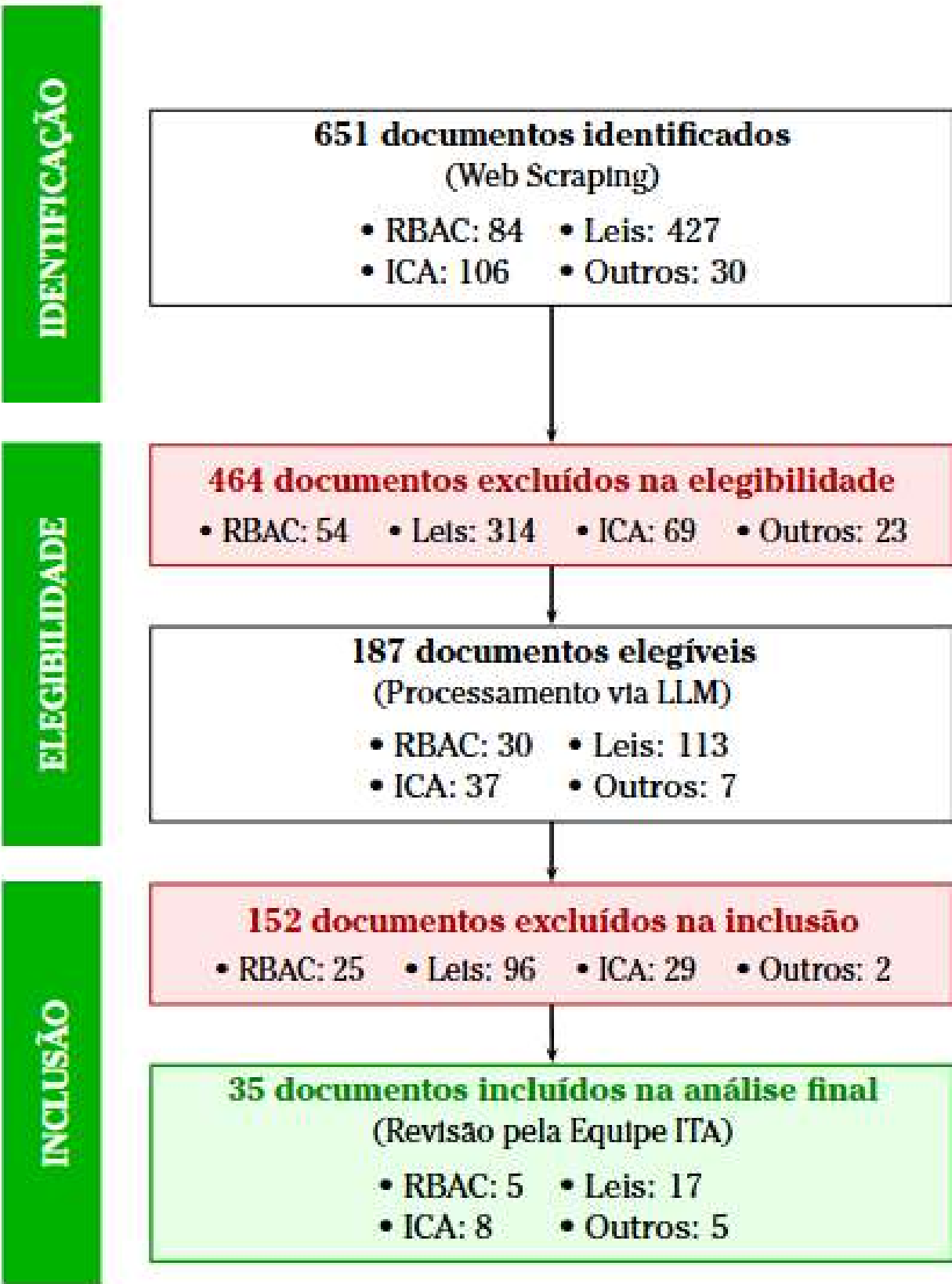
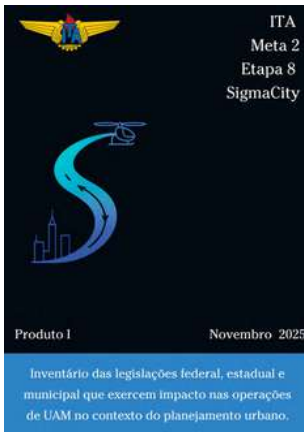
ACOMPANHAMENTO

Demonstração de Conteúdo Andamento

Planilha	Análise Leis Produto I para o PII	Controle da Análise das Leis pelo Prompt PII	Controle Prompt Lei	Produto II
Apresentação	Ideias e alinhamento Diretrizes PII	22/12/2025	Apresentação PII 22/12/2025	Produto II
Banco de Dados	Manuais utilizados como base para PII	Manuais e Guias para elaboração do produto II	05-Manuais e Cartilhas	Produto II
Apresentação	Apresentação Temas/Metodologia PII	4a Reunião Interna PII	Reunião SIGMA - 21/01	Produto II
Planilha	Controle de Temas	Controle de Temas para PII	Controle - Temas e Discussões	Produto II
Site	Dashboard	Site do Dashboard PI	Dashboard	Produto I
Site	Dashboard	Site do Dashboard PII	Colocar aqui o link	Produto II
Site	Portal Dashboard	Site Interface	PORTAL	Geral
Documento	Registro de Prompts	Documento contendo os prompts e versões de prompts elaborados pela equipe ao longo do trabalho	Registro de Prompts - PII	Produto II
Apresentação	Apresentação PII - Documento Metodológico + Guia Ilustrativo + Dashboard	5a Reunião Interna PII	Reunião SIGMA - 04/02	Produto II
Apresentação	Guia Ilustrativo PII	Guia Ilustrativo para transcrever o nosso relatório	Template - SigmaCity - Guia	Produto II

TEMAS	Artigos	Cap 03 .tex (Perguntas)	Cap 04 .tex (Diretrizes)	Inserir bibtex	Responsável	Pasta (Drive)
T1-Ruído	✓	✓	✓	☐	Marcelo	T01-Ruido
T2-Acessibilidade	✓	✓	✓	☐	Gabriel	T02-Acessibilidade
T3-Uso do Solo	✓	✓	✓	☐	Rodrigo	T03-Uso do Solo
T4-Infraestrutura (Energia)	✓	✓	✓	☐	Marcelo	T04-Infraestrutura (En...
T5- Infraestrutura (Vertiporto, Rota aérea, Vertistop)	✓	✓	✓	☐	Marcelo	T05-Infraestrutura (Ver...
T7-Certificação (Aeronavegabilidade, Infraestrutura, Espaço Aéreo)	✓	✓	✓	☐	Rodrigo	T07-Certificacao (Aero...
T9-Legislação Urbana (Plano Diretor, Código de Obras, EIV, Estudo Tráfego)	✓	☐	☐	☐	Gabriel	T09-Legislacao Urban...
T10-Sustentabilidade Ambiental (Fauna, Flora, código florestal, licenciamento Ambiental)	✓	☐	☐	☐	Gabriel	T10-Sustentabilidade ...
T11-Tecnologias (Tecnologias de Suporte 5G e 6G)	✓	☐	☐	☐	Rodrigo	T11-Tecnologias (5G-6G)
T12- Social (inclusão social, aceitação pública)	✓	☐	☐	☐	Rodrigo	T12-Social (Inclusao-A...
T15-Mercado/Financiamento (Demanda, Matriz O-D, perfil socioeconômico)	✓	☐	☐	☐	Gabriel	T15-Mercado-Financia...
T17- Infraestrutura (Integração Intermodal, outros modais)	✓	☐	☐	☐	Marcelo	T17-Infraestrutura (Inte...
T18-Políticas Públicas (exemplos: Federal, Estadual, Sandbox, ANAC, DECEA)	✓	☐	☐	☐	Rodrigo	T18-Políticas Publicas ...
T-19 Clima	✓	☐	☐	☐	Gabriel	T19-Clima
	100,00%	42,86%	42,86%	0,00%		





INSTRUÇÃO SUPLEMENTAR – IS

IS N° 161.55-001

Revisão A

Aprovação: Portaria nº 1408/SIA, de 29 de maio de 2013, publicada no Diário Oficial da União nº 103, Seção 1, p. 4, de 31 de maio de 2013.

Assunto: Projeto de Monitoramento de Ruído

1. OBJETIVO

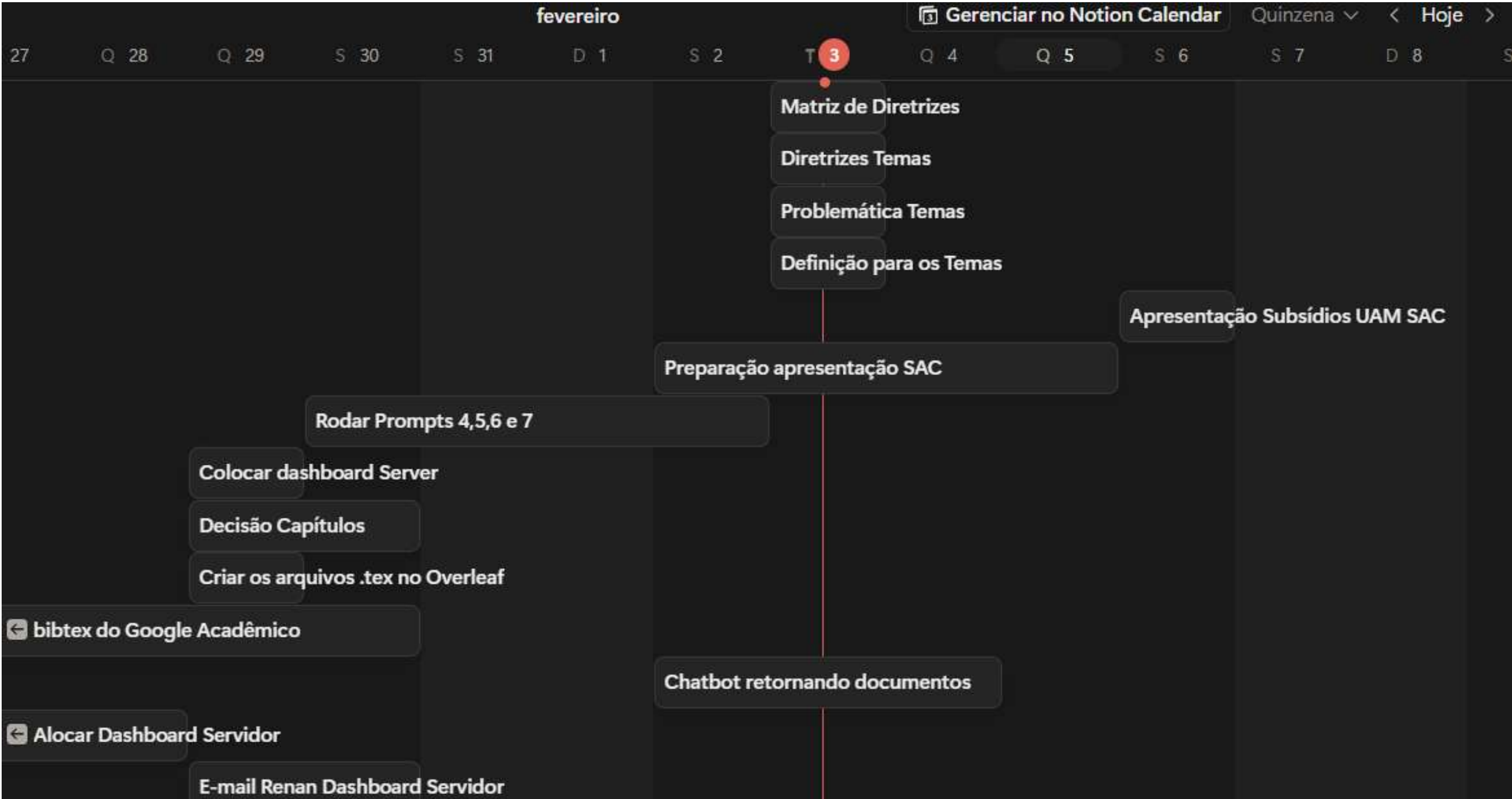
1.1. A presente Instrução Suplementar – IS tem por objetivo estabelecer a metodologia e os critérios técnicos aceitos pela ANAC para o cumprimento da seção 161.55 – Monitoramento de Ruído, estabelecido na SUBPARTE F – Relacionamento entre Operador de Aeródromo, Órgãos Locais e Comunidades do Entorno, do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC 161 – Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromos – PZR.



1

ACOMPANHAMENTO

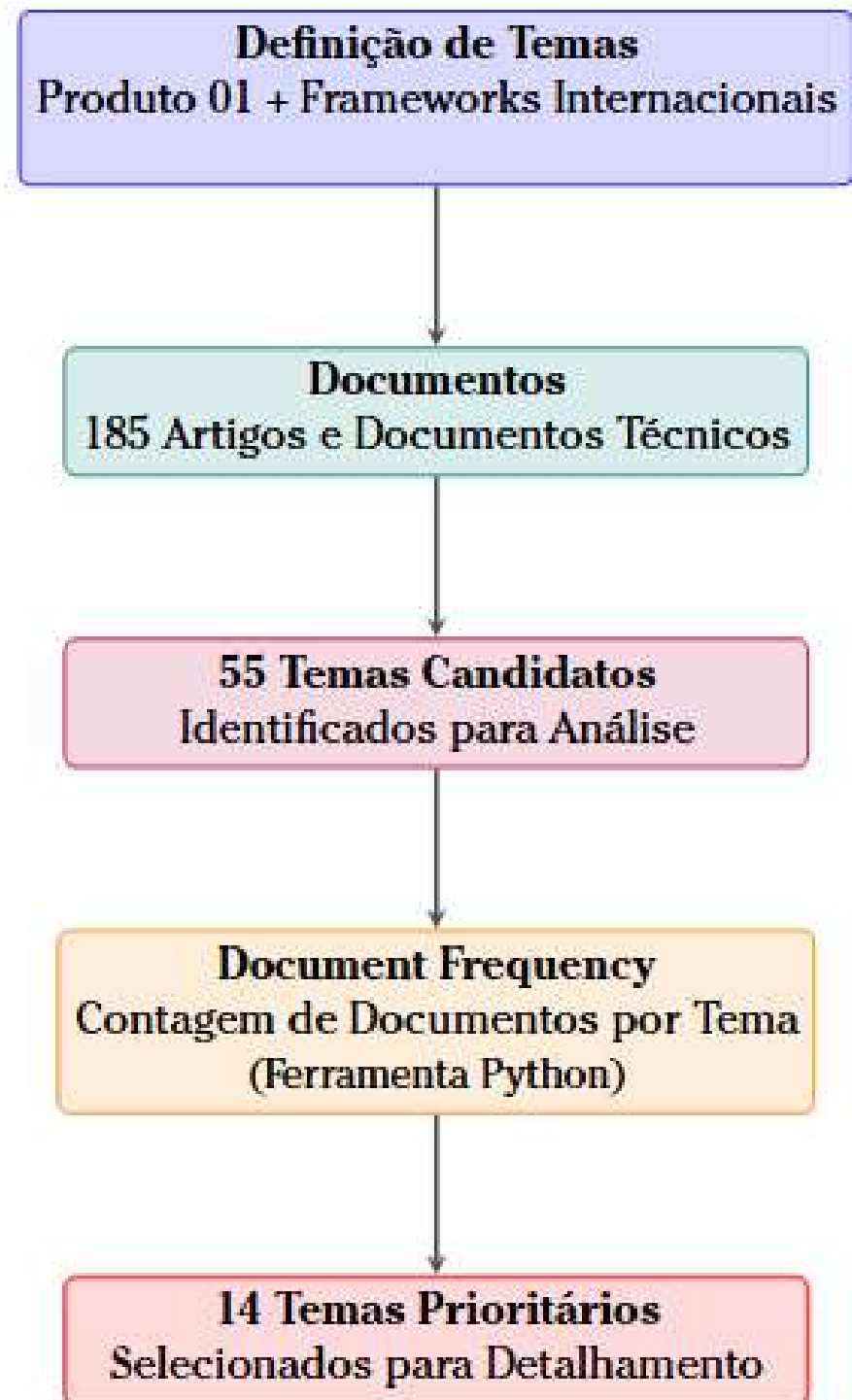
Demonstração de Conteúdo
Andamento



2

TEMAS

Definição dos Temas abordados



("Urban Air Mobility" OR "UAM" OR "eVTOL" OR "Advanced Air Mobility" OR "AAM")

Fonte: Elaborado pela Equipe SigmaCity (2025).



TEMAS
T1-Ruído
T2-Acessibilidade
T3-Uso do Solo
T4-Infraestrutura (Energia)
T5- Infraestrutura (Vertiporto, Rota aérea, Vertistop)
T7-Certificação (Aeronavegabilidade, Infraestrutura, Espaço Aéreo)
T9-Legislação Urbana (Plano Diretor, Código de Obras, EIV, Estudo Tráfego)
T10-Sustentabilidade Ambiental (Fauna, Flora, código florestal, licenciamento Ambiental)
T11-Tecnologias (Tecnologias de Suporte 5G e 6G)
T12- Social (inclusão social, aceitação pública)
T15-Mercado/Financiamento (Demanda, Matriz O-D, perfil socioeconômico)
T17- Infraestrutura (Integração Intermodal, outros modais)
T18-Políticas Públicas (exemplos: Federal, Estadual, Sandbox, ANAC, DECEA)
T-19 Clima

Cadeia de Palavras (Search Strings)

AND ("noise" OR "acoustic" OR "sound" OR "noise pollution" OR "community
sibility" OR "equity" OR "spatial accessibility" OR "mobility equity" OR "urban
) AND ("land use" OR "zoning" OR "urban planning" OR "land use planning" C
AND ("charging infrastructure" OR "fast charging" OR "energy storage" OR "g
AND ("vertiport" OR "vertistop" OR "FATO" OR "TLOF" OR "design criteria" C
ation" OR "airworthiness" OR "type certification" OR "regulatory framework" C
aster plan" OR "building code" OR "urban impact assessment" OR "traffic stud
nmental impact" OR "sustainability" OR "life cycle assessment" OR "LCA" OR
one") AND ("5G" OR "6G" OR "communication" OR "connectivity" OR "wireles
AND ("social acceptance" OR "public perception" OR "public acceptance" OR
st" OR "demand modeling" OR "origin-destination" OR "business model" OR "e
nodal" OR "intermodal" OR "first mile" OR "last mile" OR "ground transportatio
box" OR "aviation policy" OR "ANAC" OR "FAA regulation" OR "EASA policy"
er" OR "climate" OR "atmospheric" OR "wind" OR "meteorological" OR "clima

("Urban Air Mobility" OR "UAM" OR "eVTOL" OR "Advanced Air Mobility" OR "AAM"



O que define a "Relevância" no Web of Science?

- **Algoritmo de Pesos:** Prioriza a localização dos termos de busca (Título > Palavras-chave > Resumo).
- **Frequência e Proximidade:** Analisa quantas vezes os termos aparecem e se estão próximos uns dos outros.
- **Objetivo:** Filtrar o "ruído" e entregar os artigos que tratam o tema como assunto central, não apenas como uma citação lateral.

O ruído aeronáutico, no contexto da mobilidade aérea urbana (UAM) e de sistemas de aeronaves não tripuladas (UAS), apresenta desafios regulatórios distintos daqueles tradicionalmente associados à aviação civil convencional, exigindo uma reavaliação das métricas e estratégias de mitigação. A caracterização acústica destes novos veículos revela assinaturas espectrais complexas, onde o ruído não se limita apenas à intensidade sonora medida em decibéis (dB), mas envolve qualidades psicoacústicas específicas como tonalidade, flutuação e impulsividade, derivadas das altas velocidades rotacionais e da interação entre múltiplos rotores e a estrutura da aeronave (LOTINGA et al., 2023). Estudos indicam que o ruído gerado por UAS é percebido

No âmbito regulatório brasileiro, a gestão do ruído em aeródromos segue diretrizes que estabelecem o Plano de Zoneamento de Ruído (PZR), o qual pode ser Básico (PBZR) ou Específico (PEZR), dependendo do movimento médio anual de aeronaves (Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), 2024). O PBZR utiliza curvas de ruído de 65 e 75 dB (nível dia-noite, L_{dn}) para delimitar áreas compatíveis e incompatíveis com determinados usos do solo, exigindo que o operador do aeródromo monitore e compatibilize o desenvolvimento urbano no entorno com as operações aéreas (Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), 2024). Contudo, a aplicação direta dessas nor-

A infraestrutura energética para a Mobilidade Aérea Urbana (UAM) é definida como o conjunto de ativos elétricos, sistemas de conversão e estações de carregamento necessários para sustentar a operação de aeronaves elétricas de decolagem e pouso vertical (eVTOL) (SOLANKI et al., 2023). Este ecossistema requer a implementação de carregadores rápidos de corrente contínua (DCFC) com potências que variam entre 300kW e 1MW, dimensionados para atender às exigências de ciclos de operação intensos e intermitentes (SOLANKI et al., 2023), (YANG et al., 2021). A integração dessas cargas à rede elétrica local apresenta desafios técnicos significativos, uma vez que a demanda simultânea de múltiplas aeronaves pode causar quedas de tensão abaixo dos limites operacionais de 0,95p.u. e a sobrecarga severa de transformadores de distribuição e linhas de alimentação (SOLANKI et al., 2023).

A regulação da infraestrutura deve estabelecer diretrizes para a interoperabilidade agnóstica entre diferentes fabricantes de aeronaves, preferencialmente adotando protocolos de conexão padronizados para garantir o acesso equitativo aos carregadores (Federal Aviation Administration, 2023). O licenciamento de vertiportos, especialmente em ambientes urbanos densos ou estruturas elevadas, requer a conformidade com códigos de segurança contra incêndios específicos para sistemas de alta tensão e produtos químicos de baterias de grande porte (SOLANKI et al., 2023). Modelos de propriedade da infraestrutura podem variar entre o serviço público tradicional, infraestruturas de "make-ready" fornecidas por concessionárias ou investimentos totalmente privados, influenciando diretamente a velocidade de implantação e os custos de conexão (SOLANKI et al., 2023).



A gestão do Uso do Solo no contexto da aviação civil e da mobilidade aérea urbana (UAM) exige a integração de diretrizes de segurança operacional, proteção contra ruído aeronáutico e ordenamento territorial. O objetivo central é assegurar que o desenvolvimento urbano nas imediações de aeródromos e vertiportos não comprometa a segurança das operações aéreas nem a qualidade de vida das populações circunvizinhas. A regulação brasileira estabelece que a compatibilização do zoneamento do uso do solo nas áreas vizinhas aos aeródromos às restrições especiais, constantes nos Planos Básicos e Específicos, é uma competência das Administrações Públicas municipais e estaduais

No cenário de UAM, o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) introduz o conceito de Plano de Zona de Proteção de Vertiportos (PZPV). Diferentemente das superfícies limitadoras tradicionais que restringem o uso do solo, as superfícies de avaliação de obstáculos dos PZPV delimitam um perímetro para que o administrador do vertiporto monitore o crescimento urbano e analise impactos, podendo recorrer a acordos privados ou coordenação municipal para proteção, uma vez que a restrição estatal direta do solo pode não ser aplicada da mesma forma que em aeroportos convencionais

A sustentabilidade ambiental na Mobilidade Aérea Urbana (UAM) é definida pela integração de operações tecnologicamente avançadas com a preservação rigorosa de ecossistemas naturais e a mitigação de externalidades ambientais (AFONSO et al., 2021). Este conceito preconiza que a viabilidade de veículos elétricos de decolagem e pouso vertical (eVTOL) depende não apenas da eficiência energética, mas do cumprimento estrito de normas de proteção da vegetação nativa, como as Áreas de Preservação Permanente (APP) e de Reserva Legal, conforme estabelecido pelo Código Florestal

A regulação do setor exige o licenciamento ambiental obrigatório para atividades modificadoras do meio ambiente, incluindo a construção de aeródromos e aeroportos. O processo requer a elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para analisar a viabilidade de localização e concepção do empreendimento (BRASIL, 2025). Adicionalmente, a segurança operacional e a proteção da fauna são regulamentadas pelo controle de riscos nas imediações de aeródromos, estabelecendo a Área de Segurança Aeroportuária (ASA), um raio de 20 km onde o uso do solo sofre restrições especiais para evitar a atração de espécimes que possam causar colisões aeronáuticas

3

PROBLEMÁTICAS

Apresentação das problemáticas
criadas para resposta dentro do
documento



TEMA	QUESTÕES TÉCNICAS
RUÍDO AER.	Q01 – As métricas de certificação atuais (como EPNL e SEL) são suficientes para capturar o incômodo gerado pelas características tonais e de alta frequência das aeronaves eVTOL e UAS?
	Q02 – Como o Plano de Zoneamento de Ruído (PZR) deve ser adaptado para acomodar vertiportos em áreas densamente povoadas, considerando a propagação acústica em cânions urbanos?
	Q03 – Quais mecanismos de monitoramento contínuo devem ser implementados para validar as curvas de ruído previstas versus as reais em operações de UAM de alta frequência?
	Q04 – De que maneira as variáveis psicoacústicas (tonalidade, flutuação, impulsividade) estão sendo integradas aos critérios de aceitação comunitária e planejamento do uso do solo?
	Q05 – A legislação prevê a exigência de otimização de trajetórias de voo baseada em "terrenos acústicos virtuais" para minimizar a exposição ao ruído em áreas sensíveis?



TEMA	QUESTÕES TÉCNICAS
IE (Energia)	Q01 – Qual a capacidade de carga simultânea que a rede elétrica local pode suportar antes de exigir obras de expansão estrutural?
	Q02 – Quais os requisitos mínimos para a instalação de sistemas de armazenamento de energia visando reduzir a instabilidade na rede pública?
	Q03 – Como a legislação deve tratar a padronização dos conectores para garantir que a infraestrutura seja utilizada por diferentes operadores?
	Q04 – Quais são as exigências de distanciamento e segurança passiva para carregadores de alta potência em áreas residenciais densas?
	Q05 – Que tipo de incentivos tarifários podem ser aplicados para deslocar o carregamento das aeronaves para períodos de baixa demanda elétrica?





TEMA	QUESTÕES TÉCNICAS
USO SOLO	Q01 – Quais mecanismos legais garantem a incorporação das Superfícies Limitadoras de Obstáculos (OLS) nos Planos Diretores Municipais?
	Q02 – De que forma as restrições de uso do solo para vertiportos (PZPV) diferem das aplicadas aos aeródromos convencionais (PBZPA) em termos de imposição de limites construtivos?
	Q03 – Quais instrumentos jurídicos permitem a regularização de ocupações urbanas consolidadas em áreas de preservação ou risco sem comprometer a segurança operacional?
	Q04 – Como assegurar que o licenciamento de infraestruturas verticais (antenas, torres) respeite as zonas de proteção de auxílios à navegação aérea?
	Q05 – Quais parâmetros devem ser adotados para a definição de áreas de proteção no entorno de heliportos e vertiportos considerando a operação de aeronaves eVTOL?

Problemática | Sustentabilidade Ambiental

TEMA	QUESTÕES TÉCNICAS
SUST	Q01 – Qual a metodologia adotada para garantir que a construção de vertiportos respeite os limites de supressão de vegetação em Áreas de Preservação Permanente?
	Q02 – Como o licenciamento ambiental integrado abordará a análise de impacto sinérgico entre múltiplas rotas de voo sobre áreas urbanas densas?
	Q03 – Quais critérios serão estabelecidos para monitorar as emissões indiretas derivadas da matriz energética utilizada no carregamento das aeronaves?
	Q04 – Como será implementado o Plano de Manejo de Fauna para mitigar riscos de colisões em áreas com alta biodiversidade urbana?
	Q05 – De que maneira a regulação do uso do solo na Área de Segurança Aeroportuária limitará atividades atrativas de fauna sem prejudicar o desenvolvimento urbano?

4

DIRETRIZES

Discussão e Apresentação das
Diretrizes encontradas



Documento	Descrição
CEF RBAC nº 161	Compêndio de Elementos de Fiscalização da ANAC referente ao RBAC nº 161, detalhando infrações e procedimentos administrativos sobre Planos de Zoneamento de Ruído (PZR) e Comissões de Gerenciamento de Ruído (CGRA).
(LOTINGA et al., 2023)	Revisão de técnicas de medição, psicoacústica, métricas e regulação para aeronaves não convencionais, destacando a importância de métricas de qualidade sonora (sharpness, tonality) além do nível de pressão sonora.
RBAC 161 EMD 04	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil sobre Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromos (PZR), estabelecendo critérios para PBZR e PEZR, curvas de ruído (65-75 dB e superiores) e compatibilidade do uso do solo.



Documento	Diretriz
Anatel - Ato nº 915, de 01 de fevereiro de 2024	Recomenda-se assegurar que os sistemas de monitoramento de ruído e telemetria de UAM operem dentro dos limites de potência e emissão de espectro estabelecidos, garantindo a integridade dos dados necessários para a gestão ambiental sem causar interferência na infraestrutura aeroportuária.
CEF RBAC nº 161	Recomenda-se a fiscalização rigorosa da instituição e atuação das Comissões de Gerenciamento de Ruído Aeronáutico (CGRA) e a divulgação tempestiva dos Planos de Zoneamento de Ruído (PZR) aos municípios, sob pena de sanções administrativas preventivas ou sancionatórias.



Documento	Diretriz
AAM-I28-Implementation-Plan	Recomenda-se a coordenação precoce com concessionárias locais para atualizações da rede elétrica, prevendo prazos de execução de 2 a 10 anos.
ALERTAn001	Sugere-se a criação de planos de resposta à emergência específicos para baterias de eVTOL, incluindo áreas isoladas e sistemas de combate a incêndio adequados.
PCA 351-7	Recomenda-se que o PSU (Provedor de Serviço UAM) integre dados de disponibilidade energética e gerenciamento de slots nos vertiportos para otimizar o fluxo.



Documento	Diretriz
ICA_11-408	Determina-se que as Administrações Municipais devem compatibilizar suas leis de ordenamento territorial (Planos Diretores) com as restrições de altura impostas pelas Superfícies Limitadoras de Obstáculos (OLS) dos Planos de Zona de Proteção (PBZPA/PEZPA).
2025-_Conops_-_DE-CEA_-_UAM	Recomenda-se que a proteção do entorno de vertipor- tos (PZPV) não dependa exclusivamente de restrições estatais diretas sobre o solo vizinho, sugerindo-se o uso de instrumentos privados ou negociais, como o "direito de laje", para garantir a desobstrução das superfícies de aproximação.
L12725	Exige-se a proibição e fiscalização rigorosa de ativida- des de natureza atrativa de fauna (matadouros, ater- ros sanitários, culturas agrícolas específicas) dentro da Área de Segurança Aeroportuária (ASA), definida pelo raio de 20 km do centro geométrico do aeródromo.





Documento	Diretriz
L15190	Recomenda-se a obtenção sequencial de Licença Prévia, de Instalação e de Operação para empreendimentos UAM poluidores.
L6902	Recomenda-se a proibição de atividades que ameacem extinguir espécies raras em Áreas de Proteção Ambiental.
RBAC135	Recomenda-se o reporte obrigatório de colisões com aves ao CENIPA, visando a segurança e o monitoramento da fauna.
ResCONAMA001-1986	Recomenda-se a elaboração de EIA/RIMA para vertiportos que causem modificação significativa do meio ambiente.





Matriz de Diretrizes para Implementação de UAM

Guia de Mobilidade Aérea Urbana – GUAM

Tema	Problemática Central	Base Normativa	Diretrizes Regulatórias	Base Científica	Diretrizes Científicas	Base Internacional	Diretrizes Internacionais
Ruído Aeronáutico	Ruído dos eVTOLs influencia na aceitação social da UAM. Características tonais e de alta frequência das aeronaves eVTOL e UAS diferem significativamente dos padrões tradicionais de certificação acústica.	• RBAC 161 • Anatel - Ato nº 915/2024 • CEF RBAC nº 161 • ICA 11-408	• Fiscalização rigorosa das Comissões de Gerenciamento de Ruído Aeronáutico (CGRA) • Divulgação tempestiva dos Planos de Zoneamento de Ruído (PZR) aos municípios • Sistemas de monitoramento de ruído e telemetria devem operar dentro dos limites de potência estabelecidos	• Boucher et al. (2024) • Christian et al. (2017) • Gao et al. (2023) • Hanson et al. (2023) • Kapoor et al. (2021) • Li et al. (2021) • Lotinga et al. (2023) • Raza et al. (2025) • Rizzi et al. (2020) • Torija et al. (2021)	• Métricas de certificação atuais (EPNL, SEL) podem não ser suficientes para capturar características tonais e de alta frequência • Necessidade de adaptação do PZR considerando propagação acústica em cânions urbanos • Implementação de monitoramento contínuo para validar curvas de ruído previstas	• U-Space CONOPS	• Harmonização de métricas acústicas para operações UAM • Integração de sistemas de telemetria para gestão ambiental
Fatores PESTEL: Social, Ambiental, Legal							
Interseção: O RBAC 161 brasileiro alinha-se com as práticas internacionais do U-Space CONOPS ao estabelecer mecanismos de controle de ruído aeronáutico. Ambos reconhecem a necessidade de: (1) adaptação das métricas tradicionais para novas aeronaves, (2) envolvimento das autoridades locais no planejamento acústico, e (3) monitoramento contínuo. A pesquisa de Pak et al. (2024) reforça a insuficiência das métricas atuais, validando a necessidade de revisão normativa tanto nacional quanto internacional.							



5

GUIA ILUSTRATIVO

Modelo adotado e Andamento
da formulação



CONTEÚDO

- 01

Introdução
- 02

Tópicos e Temas Abordados
- 03

Definições e Problemática
- 04

Mapeamento Normativo/Acadêmico
- 05

Matriz de Diretrizes
- 06

Considerações Finais

Soluções para a Integração e Gestão da Mobilidade Aérea

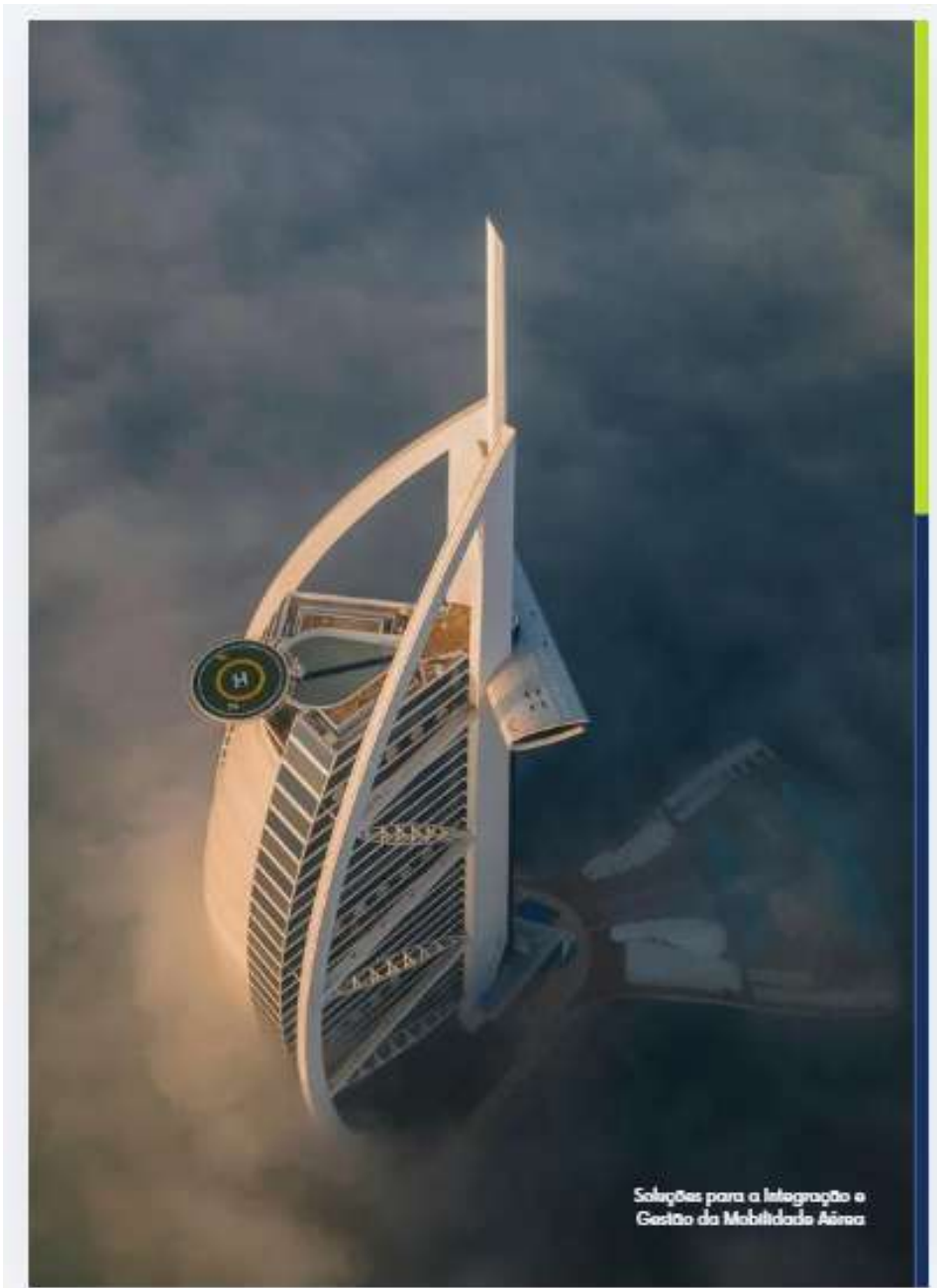
MEDINDO O PROGRESSO

Leitura Sequencial vs. Leitura Seletiva.

Embora o documento tenha sido estruturado para ser lido sequencialmente — conduzindo o leitor desde os fundamentos conceituais até as propostas aplicadas —, reconhece-se que diferentes perfis de usuários possuem demandas específicas e tempo limitado para leitura integral.

Perfil do Leitor	Capítulos Prioritários	Foco de Interesse
Gestor Municipal	Cap. 1, 3, 5, 6	• Decisões estratégicas, instrumentos urbanísticos aplicáveis, diretrizes para GUAM
Técnico de Planejamento	Cap. 1, 2, 3, 4, 5	• Metodologia completa, mapeamento normativo, matriz de diretrizes
Órgãos Federais (ANAC/DECEA)	Cap. 1, 3, 4	• Interface com planejamento municipal, impactos das ZPAs

Soluções para a Integração e Gestão da Mobilidade Aérea



A metodologia adotada neste guia baseia-se na identificação de conflitos e na exposição de soluções e lacunas que podem ser exploradas nos documentos legislativos vigentes. A figura abaixo ilustra o processo metodológico adaptado para a realidade do setor aeroespacial.

Fluxo Metodológico de Harmonização Normativa



O diagrama acima sistematiza a complexidade jurisdicional em três níveis de competência, detalhados a seguir:

- Esfera Federal: A Segurança Operacional como Invariável
- Esfera Municipal: O Interesse Local e a Função Social
- Esfera de Convergência: A Matriz de Harmonização

100%

Adaptado de Guias e Manuais Oficiais do Governo Federal e Produto I do Projeto SigmaCity

04

MATRIZ DE DIRETRIZES

1. Ruído Aeronáutico

Definido como a energia acústica indesejada gerada por operações e componentes de aeronaves, com potencial para causar impactos significativos em áreas expostas. A análise foca especificamente no contexto emergente da UAM e eVTOLs, onde as características acústicas diferem substancialmente da aviação convencional devido à proximidade das operações com centros urbanos e à natureza espectral e temporal das fontes sonoras (como a tonalidade e modulação).

Documento	Descrição
BRAC 161 EMD 04	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil sobre Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromos (PZR), estabelecendo critérios para PZR e PLZR, curvas de ruído (65-75 dB) e compatibilidade do uso do solo.
U-space CONOPS 4th edition IASA	Conceito de Operações para U-space na Europa, delimitando volumes de espaço aéreo (X, Y, Z) e serviços de gestão de tráfego de drones, incluindo o gestão de capacidade baseada em pegada de ruído e aceitação social.
Icinga2023series	Revisão de Métricas de medição, psicoacústica, métricas e regulação para aeronaves não convencionais, destacando a importância de métricas de qualidade sonora (sharpness, tonality) além do nível de pressão sonora.

Soluções para a Integração e Gestão da Mobilidade Aérea



6

DASHBOARD

Alocação no Servidor





Estudos para Aviação de Hoje e do Amanhã

Explore os produtos desenvolvidos pelo projeto SigmaCity em parceria com a Secretaria de Aviação Civil (SAC) e o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

PRODUTOS

I

DISPONÍVEL

Inventário das legislações que exercem impacto nas operações de UAM (envolvendo eVTOL) no contexto do planejamento urbano

Dashboard Interativo

Documento Completo

Entrega: Novembro 2025

II

EM ANDAMENTO

Relatório de diretrizes e parâmetros normativos no âmbito da UAM com os requisitos legais estabelecidos

Documento Completo

Previsão: Março 2026

III

EM DESENVOLVIMENTO

Relatório abordando uma revisão da literatura sobre metodologias utilizadas de integração de vertiportos em cenários urbanos

Documento Completo

Previsão: 2026

IV

EM DESENVOLVIMENTO

Manual que propõe uma metodologia nacional para a seleção estratégica de locais e integração de vertiportos aos sistemas municipais de mobilidade

Documento Completo

Previsão: 2026



Alerta aos Operadores de Aeródromos nº 001/2023

Base Regulatória Inicial: Recomenda que a infraestrutura para eVTOL siga, com adaptações, os requisitos do RBAC nº 155 (Helipontos). Dimensionamento de Áreas: Orienta o uso do parâmetro "D" (diâmetro do eVTOL) para definir as dimensões de componentes como FATO, TLOF e Área de Segurança.

[Ver análise completa →](#)

Ato ANATEL 915/2024 - Faixas de frequências associadas ao Serviço Limitado Privado

Finalidade: Define regras técnicas para o uso de faixas de radiofrequência pelo Serviço Limitado Privado (SLP), substituindo normas antigas e garantindo uso eficiente do espectro. Coordenação: Exige que os operadores façam coordenação prévia com outros sistemas da mesma área para evitar interferências.

[Ver análise completa →](#)

RBAC 161 - Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromos

O RBAC Nº 161 institui o Plano de Zoneamento de Ruído (PZR) para aeródromos civis públicos. O regulamento visa mapear o impacto do ruído aeronáutico e estabelecer critérios de compatibilidade para o uso do solo no entorno.

[Ver análise completa →](#)





Renan Chiaramonte Hata
para mim, Marcelo, Flavio, SIGMAc ▾

15:07 (há 6 horas) ☆ 😊 ↩ ⋮

Prezados,

Peço desculpas pela falta de respostas, pois estou com vários outras demandas críticas a serem resolvidas.

Primeiramente, informo que já instalei as bibliotecas e pacotes que o Prof Guterres pediu.

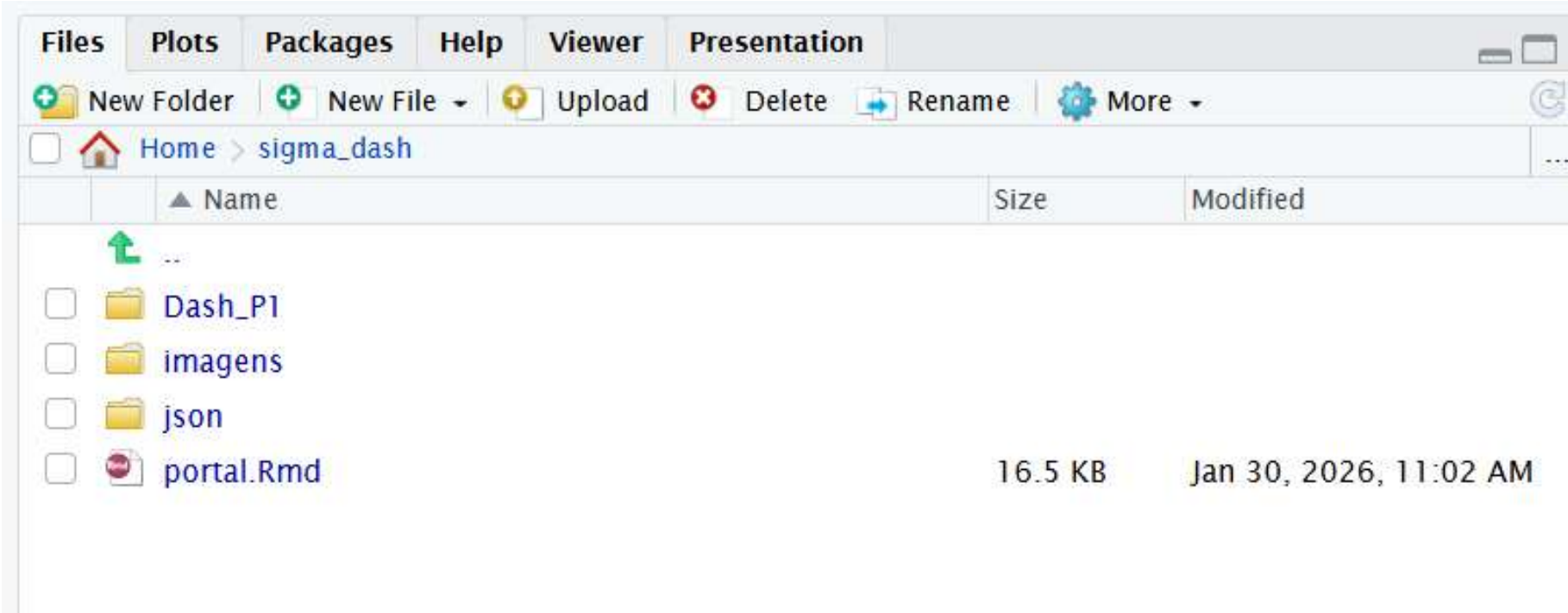
Já em relação a solicitação de hospedagem do Dashboard, gostaria de entender se seria nos mesmo formato que havíamos criado no servidor Depart como por exemplo, OPAT, etc. Caso sim, como que desejam que seja a URL desse dashboard?

E por último, gostaria de reforçar que o servidor onde está o rsrv.airdata.ita.br não foi projetado para uso a longo prazo, como havia dito anteriormente. E sim para coisas mais leves. Se planejam algo robusto e mais pesado, recomendo migrar/installar esses serviços para a VM que criamos no final do ano passado, que chamado de airdatasrv02 (161.24.29.22), que encontra-se no servidor Lessonia, ou no servidor que o Prof Guterres adquiriu recentemente e que estou trabalhando nele, conforme projeto enviado pela Maj Mayara.

Quaisquer dúvidas, estamos a disposição.

Att

Renan



7

SUBSÍDIOS SAC

Documentação sobre subsídios
UAM

Apresentação Subsídios - SAC

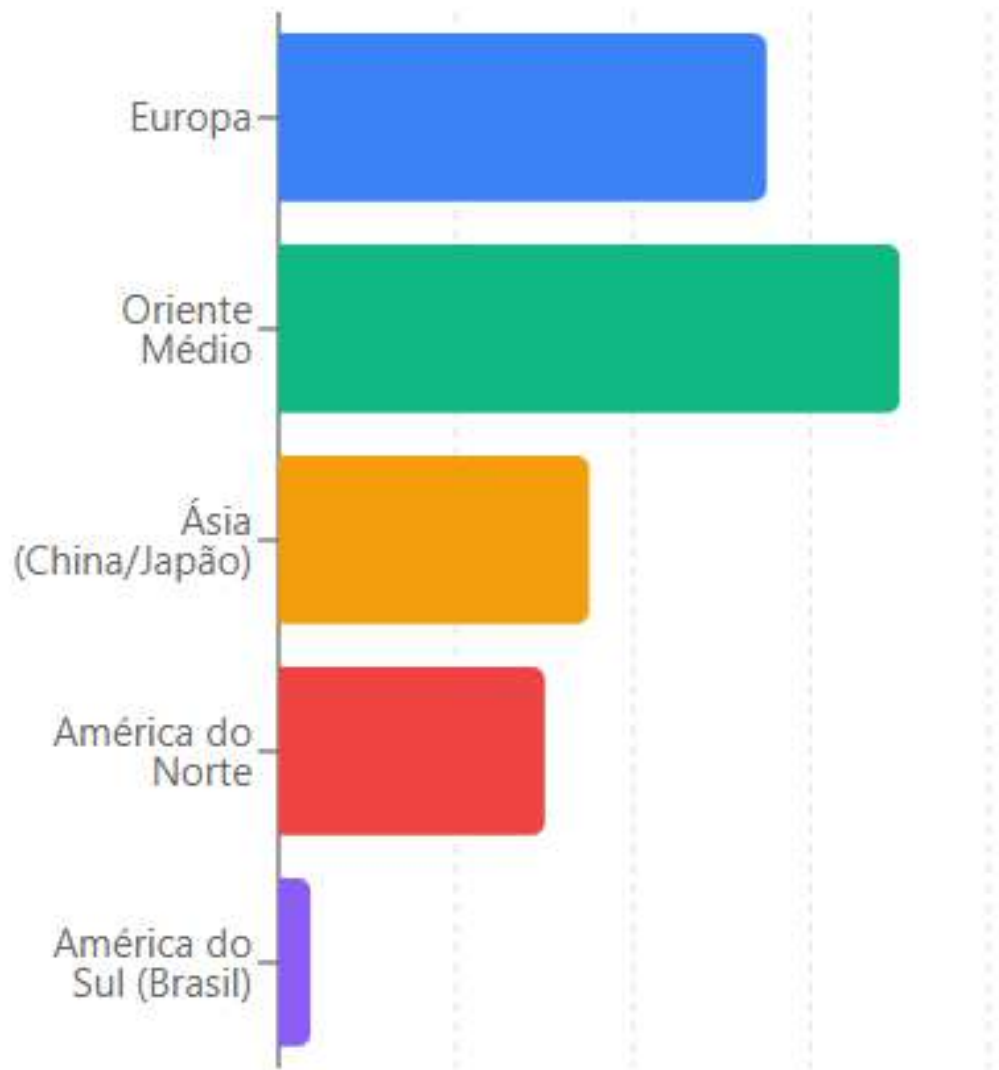


País / Entidade	Programa / Iniciativa	Tipo de Subsídio	Legislação / Norma	Valor Investido	Beneficiários	Status	Fonte do Roadmap
EUROPA							
União Europeia	Horizon Europe – Innovative Air Mobility	Grant público (P&D)	Regulamento (UE) 2021/694 – Horizon Europe; Chamadas específicas IAM	€95,5 bilhões (programa total); envelope IAM específico não discriminado	Consórcios: universidades, empresas eVTOL, municípios	Implementado (2021–2027)	https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en
União Europeia	Clean Aviation Joint Undertaking	Grant público (P&D)	Regulamento (UE) 2021/1153; Clean Aviation JU – Calls 2 & 4	€4,1 bilhões total (€1,7B UE + €2,4B privado); Call 4: €329,5M	Fabricantes de aeronaves limpa, sistemas híbrido-elétricos, eVTOL	Implementado	https://www.clean-aviation.eu/media/news/clean-aviation-second-call-for-proposals-over-eu350-million-to-drive-aviation-towards-climate
União Europeia	SESAR 3 JU – U-space & UAM	Grant público (P&D)	Regulamento (UE) 2021/1153; CEF Transportes 2021–2027	€47,5M (CEF 2023–2025); €35M/ano pesquisa; €26M exploratória (2024)	Operadores UTM, fabricantes eVTOL, aeroportos	Implementado	https://www.sesarju.eu/news/summer-urban-air-mobility-demonstrations
União Europeia	Recovery & Resilience Facility (NextGenerationEU)	Grant público (recuperação)	Regulamento (UE) 2021/241 – RRF; Planos nacionais individuais	€723,8 bilhões total (envelope RRF); parcela UAM varia por país	Estados-membros – projetos IAM incluídos em planos nacionais	Implementado (2021–2026)	https://www.unmannedairspace.info/latest-news-and-information/european-funding-for-innovative-air-mobility-iam/
Reino Unido	Future Flight Challenge	Grant competitivo (P&D + demo)	Innovate UK / UKRI – Future Flight Challenge Programme	£300M total (£125M gov + £175M indústria); edital exemplo: £9,5M	Vertical Aerospace, Skyports, Virgin Atlantic, NATS, municípios	Implementado (2019–2024); £20M+ adicional 2025	https://www.ukri.org/what-we-do/browse-our-areas-of-investment-and-support/future-flight/
Alemanha	Air Mobility Initiative Bavaria + BMDV Innovative Air Mobility	Grant público (P&D + infra)	BMDV – Programa Innovative Air Mobility; Governo da Baviera – AMI	€56M total (€24M federal + €17M Baviera + €15M BMDV)	Airbus, DLR, Fraunhofer, TUM; cidades-modelo (Aachen, Hamburg)	Implementado (2021–2024)	https://industryeurope.com/sectors/transportation/air-mobility-initiative-to-lay-the-foundations-for-evtol-in/
Itália	National Recovery & Resilience Plan – Aviação Digital	Grant público (recuperação)	PNRR Italiano – Componente C3 Trasporti Intelligenti	\$100M para digitalização aviação (ENAV)	ENAV, operadores UAS, aeroportos	Implementado (até Mar 2026)	https://www.trade.gov/market-intelligence/italy-aerospace-and-defense-advanced-air-mobility-aam
Espanha	PTA / CDTI Innvierte – eVTOL	Incentivo fiscal + grant (P&D)	CDTI – Programa Tecnológico Aeronáutico (PTA); Innvierte	\$190M+ PTA total; €5,4M Crisalion Mobility (2023); €428M ENAIRE infra digital	Fabricantes eVTOL, operadores de drones (Crisalion, ENAIRE)	Implementado	https://www.trade.gov/market-intelligence/spain-drone-technologies-budget-forecast
Holanda	NLR Drone Centre + AMU-LED (Horizon 2020)	Grant público (P&D + demo)	Horizon 2020 – Projeto AMU-LED (Grant No. 101017702); NLR Drone Centre	Parte do €47,5M CEF; Unmanned Valley Field Lab grants específicos	NLR, startups de drones, municípios (Amsterdam, Rotterdam, Enschede)	Implementado	https://www.nlr.org/newsroom/facility/nlr-drone-centre/
França	Groupe ADP – Vertiportos Paris 2024	Investimento público (infra)	Autorização municipal + parceria Groupe ADP / Volocopter	4 vertiportos construídos (valor não divulgado oficialmente)	Volocopter, Groupe ADP, município de Paris	Concluído (2024)	https://www.sesarju.eu/news/sesar-u-space-partners-launch-smart-city-air-mobility-trials
ÁSIA							





Investimento por Região (Estimativa 2025)



Europa **US\$ 5.5B**
Foco em P&D e Descarbonização (Clean Aviation).

Oriente Médio **US\$ 7B+**
Investimento massivo em infraestrutura (Vertiportos).

Ásia (China/Japão) **US\$ 3.5B**
Subsídios diretos e Sandboxes regulatórios.

América do Norte **US\$ 3B+**
Contratos militares (Agility Prime) e NASA.

América do Sul (Brasil) **US\$ 360M**
Crédito subsidiado (BNDES/Finep).



Modelos de Subsídios e Iniciativas

P&D (Grants)

Recursos não reembolsáveis ("fundo perdido"). A **Europa** lidera com o Horizon Europe, financiando consórcios de pesquisa.

Contratos de Defesa

Nos **EUA**, o programa Agility Prime compra horas de teste e protótipos para uso militar, validando a tecnologia antes do civil.

Infraestrutura

O **Oriente Médio** foca na construção de vertiportos físicos e digitais (UTM) como parte de planos de visão nacional.

Sandboxes

O **Japão** e a **Coreia do Sul** criam "Zonas Especiais" com regulação facilitada para testes de táxi aéreo.

Crédito Subsidiado

No **Brasil**, o BNDES e a FINEP utilizam juros baixos e subvenção para apoiar a inovação nacional (caso Eve/Embraer).

Diferenciação Crucial

- **UAM:** Mobilidade Urbana (Táxi Aéreo)
- **AAM:** Regional e Longo Alcance
- **Drones:** Logística Leve (Entregas)



9

ANÁLISES CONOPS

Documentação sobre subsídios
UAM



-  ACI
-  ANAC
-  BLUENEST
-  DECEA
-  EVE
-  Fakir
-  ISAAC
-  LAB Brief
-  NASA
-  PORSCHE
-  SKYPORTS
-  University of Illinois
-  ALTAPORT
-  APA
-  BryceTech
-  EASA
-  FAA
-  IDOM
-  JACB
-  NARTP
-  NUAIR
-  SKYGRID
-  UC Berkeley



(23 itens)

**Algumas ConOps foram
incorporadas no produto II**



REUNIÃO AIRDATA Sistema RAG

Reunião Airdata

- **O que o AirData já fez:**

- Desenvolvimento de chatbot com LLM (RAG) para apoio a decisões (ex.: juízes);
 - Arquitetura: Embeddings → Qdrant (vetorial) → RAG → LLM;
- Infraestrutura já operacional em servidor.

- **Como o SIGMA irá apoiar:**

- Curadoria e acesso a documentos oficiais:
 - DECEA: ICAs e normas internas (via curador de dados);
 - Elaboração de documentos formais para solicitação de acesso institucional;
 - ANAC: legislação e regulamentos vigentes(AIR DATA);
- Apoio técnico ao AirData (sob supervisão):
 - Criação de ~50 perguntas de validação (lei + artigo como resposta);
 - Organização de memória normativa para alimentar o RAG.

Produto II - Próximos passos

Sequência de Atividades

1. Preparação apresentação do tema **“Subsídios UAM”** para a SAC
2. Refinamento e leitura texto definição dos **Temas** para o “Relatório Metodológico”
3. Refinamento e leitura texto **Problemáticas** para o “Relatório Metodológico”
4. Refinamento e leitura texto **Diretrizes** para o “Relatório Metodológico”
5. Consolidação **Matriz de Diretrizes**
6. Submissão/Parceria Perguntas (Problemáticas) **Sistema RAG** - Airdata
7. Desenvolvimento do **“Guia Ilustrativo”** em conjunto com o “Relatório Metodológico”
8. Desenvolvimento do dashboard Produto II no Servidor R
9. Compartilhamento **“Relatório Metodológico”** para revisão **(18/02/2026)**

Perguntas ou Sugestões?

Prof. Dr. Marcelo Xavier Guterres

LabGETA - Laboratório de Gestão do Espaço e Transporte Aéreo
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - **ITA**

Website: www.sigma.ita.br

Website: www.labgeta.ita.br

E-mail: guterres@ita.br

